

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Jištění výrobků spotřební elektroniky.

Fault protection for consumer electronics.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 7. května 2009

.....
podpis

Poděkování

Chtěl bych velice poděkovat svému vedoucímu Ing. Petru Bernatovi za poskytnutí důležitých informací ke zpracování bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá teoretickým popisem principů jistění a ochran používaných ve výrobcích spotřební elektroniky. Jsou zde popsány tavné, vratné, automobilové a elektronické pojistky i různé druhy přepětových ochran. Rovněž je vysvětlen princip jejich činnosti a popsáno jejich použití v praxi. Součástí práce je základní měření několika zdrojů a zjištění činnosti jejich ochran. Výsledky měření jsou znázorněny v grafech a doplněny komentářem.

Abstract

This bachelor graduation theses focuses on the theoretical description of the principles of protection and security equipments often used in consumer electronics products. It describes safety fuses, reversible fuses, vehicle fuses, electronic fuses and various kinds of overvoltage protectors. It also explains their working principles and describes their practical use. Part of the theses is also the basic measurement of several sources and detection of their protective working principles. The measurement results are demonstrated in graphs and the commentary is attached.

Klíčová slova

Jištění, pojistka, přepětový filtr, vratná pojistka, PTC termistor, elektronická pojistka, varistor

Keywords

Protection, fuse, overvoltage filter, reversible fuse, PTC thermistor, electronic fuse, varistors

Seznam použitých zkratek

A – V - ampér voltová

I_H - maximální trvalý pracovní proud při 20°C [A]

I_{pr} - předvídaný proud [A]

I_{tav} - tavný proud [A]

I_v - vypínací schopnost [A]

NTC - záporný teplotní součinitel

PTC - kladný teplotní součinitel

SMD - prvky pro povrchovou montáž

U_p - maximální pracovní napětí [V]

U_z - zápalné napětí [V]

V – A - volt ampérová

VDR - rezistor závislý na napětí

Obsah:

1. Úvod	1
2. Jištění spotřebičů	2
2.1 Jištění	2
2.2 Vypínací schopnost pojistky	2
2.3 Tavná charakteristika pojistky	3
3. Přístrojové pojistky	5
3.1 Dělení	5
3.2 Nízkonapěťové pojistky	5
3.3 Výhody a nevýhody pojistek	6
3.4 Pojistka jako motiv na plošném spoji	6
4. Přepětové filtry	7
4.1 Prvky hrubé přepětové ochrany	7
4.2 Prvky pro jemnou přepětovou ochranu	8
4.3 Obvodové zapojení přepětových ochran	11
5. Jištění elektrických obvodů v automobilech	13
5.1 Druhy tavných pojistek používaných v automobilech	13
5.2 Válcové pojistky	13
5.3 Ploché pojistky	14
5.4 Páskové pojistky	16
6. Vrátné pojistky	17
6.1 Paralelní zapojení	17
6.2 Základní přehled jednotlivých druhů	18
6.3 PTC termistor	19
7. Elektronická pojistka	21
7.1 Elektronická pojistka rozpojovací	21
7.2 Elektronická pojistka s omezováním proudu	23
7.3 Proudová elektronická ochrana pro napájecí zdroj	24
8. Výsledky měření	26
9. Závěr	36

1. Úvod

V každém zařízení, kterým prochází elektrický proud a je připojeno k rozvodné síti, může dojít působením vnějších nebo vnitřních vlivů k přetížení, přehřátí či ke zkratu. Tyto poruchy by mohly vést k poškození nebo zničení zařízení a přístrojů. Proto je nutné tyto zařízení, přístroje a obvody v nich proti těmto stavům chránit. Můžeme použít několik způsobů ochran těchto zařízení.

V jednotlivých kapitolách této práce popisují jednotlivé druhy ochran, jejich činnost a využití v praxi, v poslední kapitole jsem provedl základní měření.

Práce je rozdělena do devíti kapitol. Po úvodu následuje kapitola, která se věnuje obecnému popisu jištění a principu pojistky. Ve třetí kapitole jsou popsány přístrojové pojistky, jejich rozdělení, výhody a nevýhody. Čtvrtá kapitola obsahuje základní rozdělení přepětových filtrů a popis obvodového zapojení těchto filtrů. Jištění elektrických obvodů v automobilech je zachyceno v páté kapitole. Následují kapitoly o vratných a elektronických pojistkách. V předposlední kapitole jsou uvedeny výsledky měření a komentář k nim.

2. Jištění spotřebičů

Zajistit ochranu před přetížením je standardním úkolem výrobce. Ten je povinen zajistit, že v případě různých zkratů uvnitř spotřebičů nedochází k nadměrnému oteplování jejich jednotlivých částí, popř. že přívod elektrické energie bude včas přerušen příslušnými jistícími prvky. V žádném případě však nemá jištění přívodních vodičů, např. zásuvkových, v elektrické instalaci za účel jistit též napájené spotřebiče.

2.1 Jištění

Do přístrojů a obvodů, kde požadujeme zabránění účinků nadproudů, vkládáme do obvodů jištění. Jištění můžeme zabezpečit vložením tepelně a proudově nejslabšího článku do obvodu. Průchodem proudu se tento článek zahřívá. Dojde-li k nadproudu, článek se ohřívá z celého obvodu nejvíce a vodič uvnitř něj se přetaví se. Tím se elektrický obvod přeruší dříve, než se poškodí ostatní součásti přístroje.

Tento nejslabší článek se umísťuje do samostatného přístroje „pojistky“. Po zareagování pojistky, tedy pokud dojde k přetavení vodiče, je nutno pojistku vyměnit.

2.2 Vypínací schopnost pojistky

Vypínací schopností pojistky není proud, který pojistka vypne, ale proud, který by v obvodu vznikl, když by byla pojistka nahrazena vodičem o nulové impedanci. Udává se v kA. Pojistka se přetaví dříve a vypne, než tento proud dosáhne maximální hodnoty, a takto proud omezí.

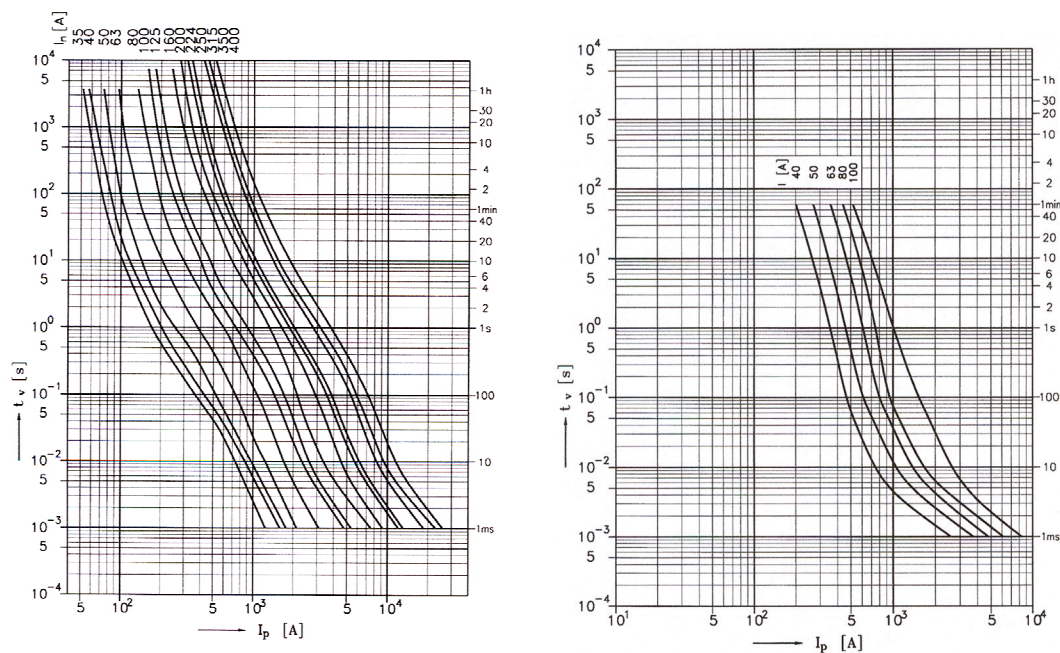
Tento proud nazýváme proudem tavným I_{tav} . Velikost tohoto proudu závisí na rychlosti pojistky. Čím bude pojistka rychlejší, tím bude proud menší. Tavný proud není vhodný pro označení vypínací schopnosti pojistky, proto používáme parametr, který není přímo závislý na činnosti pojistky. Tímto parametrem je zkratový proud. To je takový proud, který by obvodem tekl, pokud by nezareagovala pojistka. Jinak jej můžeme nazvat předvídaným proudem I_{pf} . Je to efektivní hodnota ustáleného zkratového proudu.

Nastane-li situace, při které dojde k přetížení zařízení a tím k průchodu nadproudu zařízením, pak pojistka chrání toto zařízení proti nadproudu.

Nastane-li zkrat na svorkách stejného zařízení, potom tato pojistka nechrání zařízení, ale přívodní vedení k tomuto zařízení.

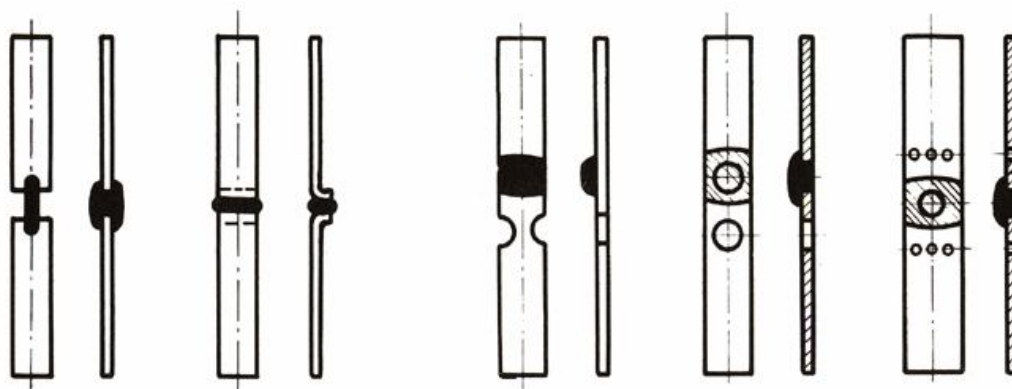
2.3 Tavná charakteristika pojistky

Závislost tavné doby na velikosti proudu procházející pojistkou se nazývá tavnou charakteristikou pojistky. Doba přetavení vodiče uvnitř pojistky se liší podle toho, zda byla pojistka studená nebo teplá v důsledku průchodu jmenovitého proudu.



Obr.1 - Příklad tavných charakteristik pojistek OEZ Letohrad [3]

Tvar charakteristiky se dá ovlivnit konstrukcí pojistky. Pojistky jsou vyráběny z materiálů s nejlepší vodivostí (stříbro, měď). U pojistek s tuhým hasivem se dává přednost stříbru, jelikož má lepší vlastnosti, co se týče výparného tepla a elektrické vodivosti. Tavné vodiče se upravují malým množstvím nízko tavitelné slitiny (např. cínové pájky), které se nanese na střed tavného vodiče. Nadproudem roztavený kov nestěže adhezí a okolním pískem drží na svém místě. Roztavený kov rozpouští stříbro a postupně s ním je vytvářena slitina s teplotou tavení okolo 400°C. V důsledku toho působí v oblasti malých nadproudů tj. při několikaminutové době tavení. Při vyšších nadproudech, tedy kratších časech působení, se vliv nízko tavné slitiny na stříbro neuplatňuje, proto se přikročilo k dalšímu opatření - zeslabení průřezu.



Obr. 2 - Příklady úprav tavného vodiče pro vypínání nadproudů [3]

Pokud zeslabíme průřez vodiče v určitém místě, je při velkých nadproudech dosaženo větší bezpečnosti funkce pojistky. Projevuje se snížením teploty a snížením obloukového napětí.

3. Přístrojové pojistky

Jsou určeny k ochraně měřicích přístrojů a elektronických zařízení. Vyrábí se jako skleněná nebo keramická trubička s kontaktními čepičkami na koncích. Uvnitř trubičky se nachází tavný drát. Tyto pojistky jsou určeny pro napětí 250V a proudy v rozsahu 0,0032 až 20A.

3.1 Dělení

Superrychlé FF

- Použití pro nejcitlivější elektronické zařízení, kde i krátký nadproud mohl znamenat zničení přístroje. (zařízení s polovodiči)

Rychlé

- Nejvíce univerzální pojistky, mají široké spektrum využití - kde je zapotřebí dosáhnout rychlého odpojení jištěného zařízení.

Středně pomalé M

- Používá se zejména pro analogové nízkonapěťové měřicí přístroje.

Pomalé T

- Používají se pro transformátory a malé motory, kde není tak velký rozběhový proud.

Superpomalé TT

- Používají se pro přístroje s velkým rozběhovým proudem. (motory velkých výkonů)



Obr. 3 - Příklad tavných pojistky

3.2 Nízkonapěťové pojistky

Rozdělují se podle proudově časového chování do funkčních a provozních tříd a značí se dvěma písmeny. První písmeno udává funkční třídu (a nebo g), druhé písmeno udává oblast použití.

Pojistky funkční třídy g jsou pojistky pro celý rozsah funkcí. Mohou vést trvale proudy do své jmenovité hodnoty a spolehlivě vypínat proudy od nejmenších proudů způsobujících

přetavení až do jmenovitého vypínacího proudu. Celo rozsahové pojistky jistí elektrická zařízení proti přetížení i zkratu.

Pojistky funkční třídy **a** jsou pojistky pro dílčí rozsah funkcí. Mohou trvale vést jmenovitý proud, ale vypínají jen proudy nad mnohonásobkem své jmenovité proudové hodnoty. Pojistky pro dílčí rozsah funkcí chrání elektrická zařízení a provozní prostředky jen proti zkratu.

3.3 Výhody a nevýhody pojistek

Výhody:

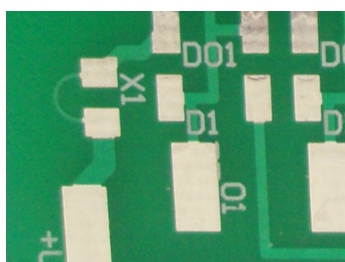
- vysoká kvalita a spolehlivost funkce zajišťované jednoduchým a spolehlivým konstrukčním řešením
- malé vlastní ztráty zabezpečují hospodárny provoz
- zaručená vypínací schopnost v celém širokém pásmu nadproudů
- schopnost omezovat zkratové proudy
- velká odolnost proti stárnutí
- velká odolnost před provozními poruchami
- dobrá stálost charakteristik i při změnách teplot

Nevýhody :

- nutnost vyměnit po každém zapůsobení pojistkovou vložku, to může mít za následek dlouhodobější přerušení provozu
- přerušenu vložku je nutné vyměnit za vložku novou se stejnou nebo podobnou charakteristikou. [3]

3.4 Pojistka jako motiv na plošném spoji

Tento druh pojistky používají výrobci jako poslední ochranu zařízení před požárem. Výhodou této pojistky je její cena. Nevýhodou je že po zareagování dojde k znehodnocení zařízení, pojistka nelze vyměnit.



Obr. 4 - Příklad pojistky na plošném spoji (X1)

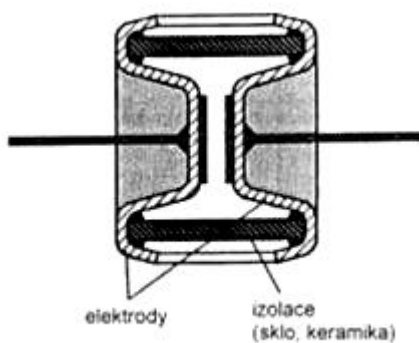
4. Přepět'ové filtry

Jako přepět'ové filtry (ochrany) označujeme součástky, případně jejich kombinace sloužící k potlačení nebo omezení přepětí vznikajícího v důsledku rušivých elektromagnetických dějů, např. blesku, elektrostatických výbojů atd. Rozlišujeme dva typy ochran - hrubá ochrana a jemná ochrana. Kromě konstrukčních odlišností se obě ochrany liší ochrannou úrovní napětí a svou reakční rychlostí.

4.1 Prvky hrubé přepět'ové ochrany

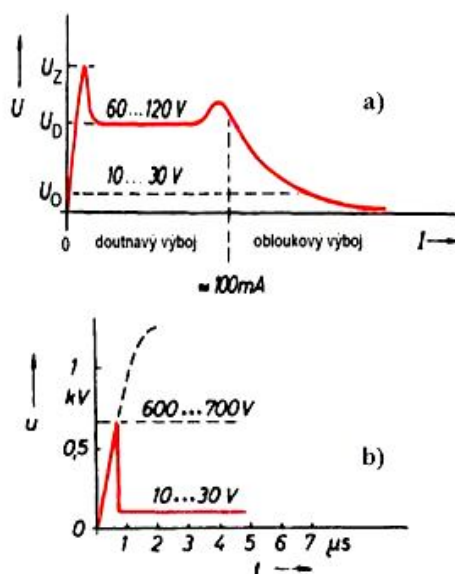
Mezi nejstarší přepět'ové ochrany patří součástka, která se nazývá vzduchové jiskřiště. Tato ochrana je určena především k ochraně proti vyšším napětím řádově od 1kV do několika MV. Vzduchové jiskřiště je tvořeno dvěma elektrodami ve vzduchu, mezi kterými při přepětí dochází k výboji. Základní nevýhodou je nízká reprodukovatelnost procesu vzduchového náboje, jelikož hodnota ochranného napětí, při kterém dojde k výboji, je ovlivňována nejen konstrukcí elektrod a jiskřiště, ale i vlhkostí, tlakem vzduchu mezi nimi. Jiskřiště se v dnešní době používají jako „nepřesné“ hrubé ochranné prvky. Toto se umísťuje na vnější vedení, zde slouží k odvedení přepětí v řádech kV.

Dokonalejší a dnes více používaná hrubá přepět'ová ochrana je plynem plněná výbojka (bleskojistka). Elektrody má umístěné v keramickém či skleněném pouzdru naplněném vzácným plynem (argonem či neonem). Taková konstrukce zajišťuje velkou přesnost a reprodukovatelnost parametrů výboje.



Obr. 5 - Konstrukce plynem plněné výbojky [2]

Plynová bleskojistka se používá jako přepět'ová ochranná součástka, nebo jako galvanické oddělení vodičů, které nejsou za normálních okolností vodivě spojeny.

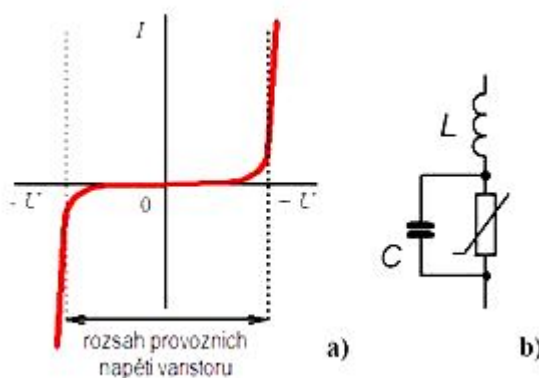


Obr. 6 - a) Statická V-A charakteristika plynem plněné výbojky b) Časový průběh strmého impulsu na výbojce [2]

Při malém napětí je vliv výbojky nepatrný, izolační odpor výbojky je víc než $10^{10} \Omega$ a vlastní kapacita je menší než 10 pF . Pokud dojde ke zvýšení napětí na výbojce hodnotu tzv. zápalného napětí U_Z , dojde k zapálení výbojky a její odpor prudce klesne až o deset řádů. Výbojka přešla do režimu doutnavého výboje, ve kterém je napětí mezi elektrodami omezeno na $60 \div 120 \text{ V}$. Pokud dovolí impedance obvodu, ve kterém je bleskojistka zapojena, aby jí protékal proud větší než cca 100 mA , výbojka přejde při těchto vyšších proudech do režimu obloukového výboje a napětí na ní klesne na $10 \div 30 \text{ V}$, což jsou poměrně nízké hodnoty. Nevýhodou těchto výbojek je poměrně dlouhá doba odezvy, řádově to mohou být jednotky až stovky mikrosekund. Pro použití jako přepět'ových ochran v obvodech nízkého napětí je třeba zajistit vnější obvodové podmínky pro zhašení oblouku, popřípadě zapojit tavné pojistky do vnějšího obvodu bleskojistky. Přes tyto nevýhody jsou dnes plynem plněné výbojky základním prvkem hrubých přepět'ových ochran elektrotechnických a elektronických zařízení i energetických a telekomunikačních vedení. Jejich předností jsou vysoké sváděné proudy, vysoká výkonová zatížitelnost a velmi malá vlastní kapacita.

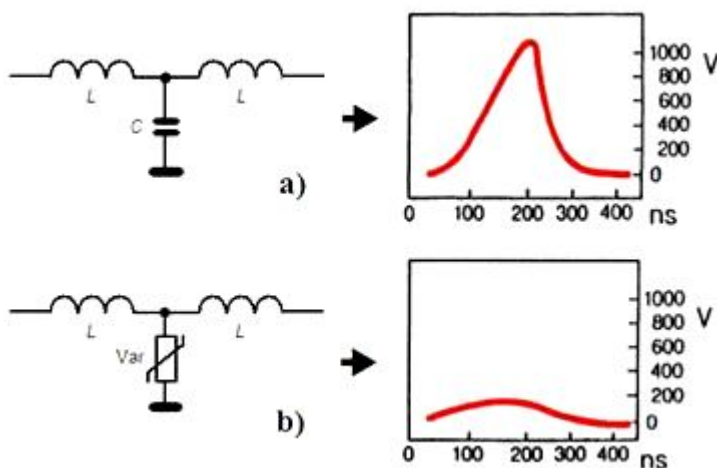
4.2 Prvky pro jemnou přepět'ovou ochranu

Mezi tyto prvky řadíme varistory, které můžeme označit jako odpory VDR. Varistor je nelineárně napět'ově závislý polovodičový rezistor se symetrickou A-V charakteristikou.



Obr. 7 - A-V charakteristika, náhradní schéma varistoru [2]

Varistor na rozdíl od bleskojisky, která nežádoucí napětí v podstatě zkratuje, jej omezí na určitou hodnotu, která je téměř nezávislá na hodnotě proudu. Varistory se zejména vyrábějí z kysličníku zinečnatého ZnO, potom se označují MOV – metal oxide varistor, nebo z karbidu křemíku SiC. Oba druhy se liší ve strmosti charakteristiky. Reakční doba varistoru je nízká desítky ns a je tedy mnohem kratší než doba reakce plynem plněných bleskojisk. Vlastní kapacita variátorů je poměrně velká ($0,4 \div 40$ nF) a komplikuje jejich použití jako přepět'ových ochran ve vysokofrekvenčních systémech. Současně však tato kapacita působí kladně jako přídavná kapacita odrušovacího filtru LC, v němž je ochranný varistor zapojen.

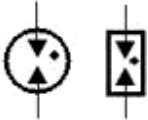
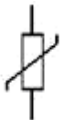




Obr. 8 - Srovnání funkce odrušovacích článků LC s odrušovacím kondenzátorem (a) a varistorem (b) [2]

Nežádoucí vlastností varistorů je i to, že při dlouhodobé zátěži se zvětšuje jejich svod a roste svodový proud. Varistory se vyrábějí jako tyčinkové, čočkové či krabicové s drátovými vývody, příp. i jako prvky SMD pro povrchovou montáž.

Dalším přepět'ovým prvkem pro jemnou ochranu jsou polovodičové lavinové diody. Ve formě Zenerových diod jsou běžně užívány v elektronických omezovačích a stabilizátorech napětí již řadu let. Pro přepět'ové ochrany se užívají Zenerovy diody s hodnotami Zenerova,

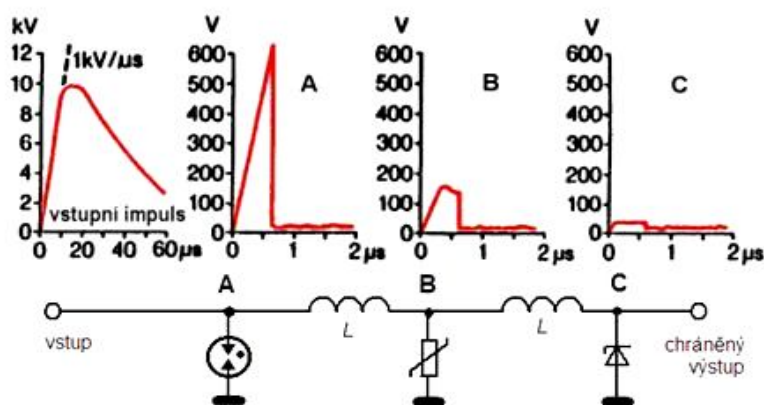
ochranného napětí od 3 V do 200 V. Pro ochranu vůči rychlým přepět'ovým impulzům byly vyvinuty speciální křemíkové lavinové diody, které se oproti "klasickým" Zenerovým diodám liší ve vyšší proudové zatížitelnosti v závěrné Zenerově oblasti, kratší reakční dobu řádově jednotky až desítky ps a schopnosti absorbovat větší energii signálu. Takové speciální diody se dodávají pod názvem supresorové diody, příp. TAZ diody (*Transient Absorbing Zener*) nebo pod obchodními názvy např. Transil (Thomson) nebo Transzorb (General Semiconductor). Supresorové diody jsou zapouzdřeny jako pár diod zapojených antisériově proti sobě, vzniká tak bipolární součástka se symetrickou A-V charakteristikou velmi podobnou charakteristice varistoru. Rozsah ochranných napětí u supresorových diod je obvykle 6 ÷ 440 V. Sejně jako varistory vykazují i supresorové diody značnou vlastní kapacitu až 15 000 pF, která ztěžuje jejich použití jako ochranného prvku ve vysokofrekvenčních systémech. Velká kapacita diody způsobuje velký útlum vysokofrekvenčního signálu. Hlavní výhodou supresorových diod je jejich velmi krátká reakční doba, která je předurčuje k ochraně zařízení i vůči velmi rychlým (krátkým) přepět'ovým impulzům.

Název	Plynem plněné bleskojistky (výbojky)	Varistory	Klasické Zenerovy diody	Supresorové diody
Schématická značka				
Ochranné napětí [V]	10 ÷ 12000	6 ÷ 2000	2,4 ÷ 200	6 ÷ 440
Maximální proud po dobu 1 ms [A]	500	120	10	200
Max. absorbovaná energie [J]	60	2000	0,1	1
Přípustné výkonové zatížení [W]	800	2	50	5
Vlastní kapacita [pF]	0,5 ÷ 10	40 ÷ 40000	5 ÷ 15000	300 ÷ 15000
Doba reakce [ns]	> 1000	25	10	0,01
Druh ochrany	hrubá	hrubá	jemná	jemná

Tab. 1 - Základní parametry hlavních druhů přepět'ových prvků [2]

4.3 Obvodové zapojení přepět'ových ochran

Neexistuje žádný universální ochranný přepět'ový prvek popř. součástka, která by vyhověla všem požadavkům, které jsou většinou protichůdné na ochranu jakéhokoliv elektronického zařízení. Hlavními protichůdnými požadavky v tomto směru bývají vysoký propustný proud a velké výkonové zatížení součástky na jedné straně a rychlost reakce přepět'ové ochrany na straně druhé. Pro účinnou přepět'ovou ochranu se ochranné obvody zapojují prakticky vždy jako tzv. kombinované ochrany, které jsou tvořeny kaskádním zapojením několika typů ochranných prvků do společného vedení. Příklad je uveden na obr. 9



Obr. 9 - Zapojení 3 stupňové přepět'ové ochrany a průběhy napětí v jednotlivých bodech [2]

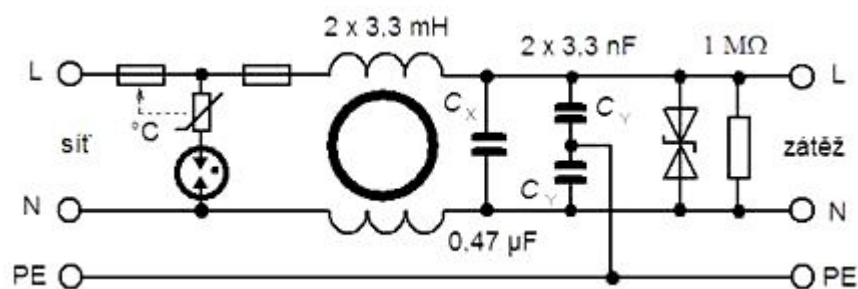
Zapojení je tvořeno kombinací plynem plněné bleskojistky jako hrubé přepět'ové ochrany a kaskádou varistoru a supresorové Zenerovy diody jako jemných přepět'ových ochran. Jak je vidět na napět'ových průbězích v jednotlivých bodech zapojení na obr. 9, bleskojistka omezí špičkovou velikost strmého vstupního přepět'ového impulzu na cca 600 V. Tuto hodnotu omezí varistor na cca 150 V a následně Zenerova dioda sníží toto omezení na úroveň cca 40 V. Jelikož rychlejší prvky jemné ochrany by reagovaly dříve než výkonová, leč pomalejší hrubá ochrana (bleskojistka), omezily by tyto prvky vstupní napět'ovou vlnu dříve. Tímto by bylo jednak způsobeno vyřazení hrubé ochrany (bleskojistka by vůbec "nezapálila"), následně nepřijatelné přetížení prvků jemné ochrany příliš vysokým napětím. Z tohoto důvodu je třeba jednotlivé stupně kombinované ochrany oddělit zpoždovacími články LC či RC, které jsou tvořeny buď sériovými indukčnostmi $> 20 \mu\text{H}$ obr. 9, nebo rezistory s odporem $> 5 \Omega$. Příslušnou kapacitu zde tvoří vlastní kapacita ochranného přepět'ového prvku. Při instalaci hrubých a jemných ochran do napájecích rozvodů nn se k vytvoření těchto oddělovacích zpoždovacích článků občas využívá přímo impedance příslušných kabelů. Tyto ochrany pak nesmějí být vzájemně instalovány blíže než 6 m. Uvedeným kaskádním zapojením lze vytvořit univerzální přepět'ovou ochranu vykazující vysokou výkonovou zatížitelností a zároveň má všechny výhody jemných ochran. Jednotlivé přepět'ové ochranné prvky se často vzájemně kombinují i z dalších důvodů. Je známo, že plynem plněné bleskojistky chránící napájecí sítě

nízkého napětí po svém zažehnutí a odeznění přepět'ového impulsu zpravidla nezhasnou. Aby došlo ke zhášení, zapojí se do série s bleskojistkou varistor dle obr. 10.



Obr. 10 - Zapojení varistoru s bleskojistkou [2]

Tato kombinace, označovaná jako ventilová bleskojistka, po zapálení bezpečně opět zhasla, musí být použitý varistor s vysokou hodnotou odporu. Varistor výrazně snižuje velikost následně tekoucího proudu ze sítě po zapálení výbojky, a tím umožní bleskojistce bezpečně zhasnout při průchodu střídavého vstupního napětí nulou. Aby došlo k bezpečnému přerušení vysokých svodových proudů bývají ventilové bleskojistky vybaveny i jednou či dvěma tavnými pojistkami. Přepět'ové ochranné prvky se staly běžnou součástí odrušovacích filtrů LC. Takto vznikli odrušovací filtry EMP. Hlavním úkolem přepět'ových ochranných prvků v těchto filtrech je omezit velikost přepět'ových rušivých impulsů, které by se mohli dostat na vstup filtru, a tím snížit nároky na velikost vloženého útlumu vlastního filtru.LC. [2]



Obr. 11 - Příklad odrušovacího filtru s přepět'ovou ochranou [2]

5. Jištění elektrických obvodů v automobilu

K jištění obvodů motorového vozidla se používají tavné pojistky. Rozsah jištění a počet pojistek je různý a závisí na tradici a zvyklosti výrobců. Základ tavné pojistky tvoří keramické nebo plastové tělísko, uvnitř kterého je umístěn tavný drátek nebo pásek. Konce drátku nebo pásku jsou spojeny s vodivými kontakty.

5.1 Druhy tavných pojistek používaných v automobilech

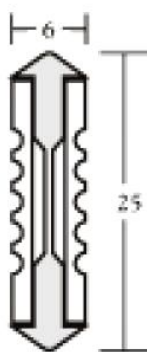
Pro potřeby automobilového průmyslu a pro trh s náhradními díly se vyrábí široký sortiment tavných pojistek pro různé jmenovité proudy s jmenovitým napětím 32 V, a to v provedení ploché, válcové a páskové pojistky. V automobilu se vyskytují dva pojistkové boxy a v každém je jiný typ pojistek. V boxu jsou umístěny ploché nožové pojistky.



Obr. 12 - Příklad boxu s pojistkami.

5.2 Válcové pojistky

Tyto pojistky jsou tvořeny keramickým tělískem, ve kterém je vložen tavný drátek. Konce drátku jsou spojeny s vodivými kontakty, které jsou na čelech tělíska. Pojistky se vkládají mezi pružné kontakty a jsou většinou umístěny v pojistkové skřínce. V poslední době se vyrábí i pojistky plastové, které jsou barevně označeny. Vyrábí se pro jmenovité proudy 5 A 8 A 16 A 25 A a 40 A.



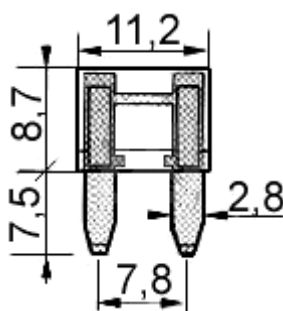
Obr. 13 - Příklad válcové pojistky [1]

5.3 Ploché pojistky

Těleso z pojistky je tvořeno plastovým pouzdrém, uvnitř je drátek nebo pásek. Kontakty pojistky jsou nožové a nacházejí se na spodní straně pojistky. Nožové kontakty se zasouvají do pružných kontaktů v pojistkové skřínce. Pojistková skříňka je stavebnicového typu. Skládá se základního modulu, který umožňuje umístění dvou pojistek, levého a pravého držáku a průhledného krytu. Použitím více základních modulů lze vytvořit sestavy pro požadovaný počet pojistek. Připojení k elektrickým obvodům se provádí vodiči ze spodní strany skříňky. Pojistky jsou barevně rozlišeny.

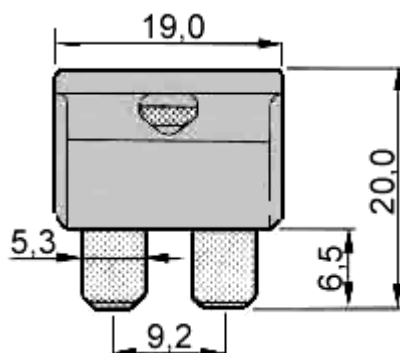
Ploché pojistky se dále dělí podle velikosti:

MINI pojistky z rozsahem 3 – 30 A



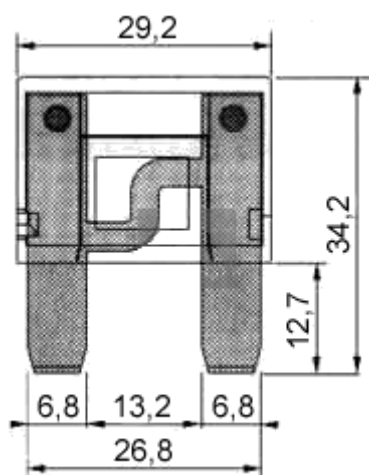
Obr. 14 - Příklad mini pojistky [1]

Ploché pojistky pro rozsah 3 – 40 A



Obr. 15 - Příklad pojistky [1]

Ploché MAXI pojistky s rozsahem 20 – 80 A



Obr. 16 - Příklad MAXI pojistky [1]

Rozdělení plochých pojistek podle jmenovitého proudu se dělí podle barev, ve které je daná pojistka vyrobena. Příklad barevného rozlišení plochých pojistek je uvedeno v následující tabulce.

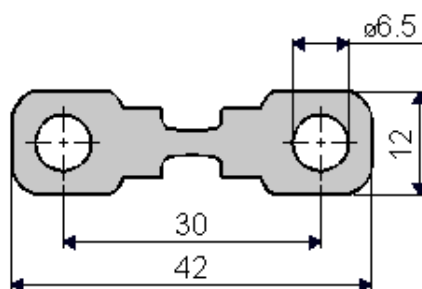
Příklad barevného značení pojistek					
Jmenovitý proud [A]	3	4	5	7,5	10
Barva pojistky	fialová	růžová	světle hnědá	hnědá	červená
Jmenovitý proud [A]	15	20	25	30	40
Barva pojistky	světle modrá	žlutá	bílá	zelená	oranžová

Tab. 2 - Příklady barevného značení pojistek

5.4 Páskové pojistky

Jedná se o pojistky, které jsou umístěny v pojistkovém boxu na víku akumulátoru (pouze u novějších typů automobilů, u starších se nevyskytují).

Pásková pojistka pro rozsah 30 – 175 A



Obr. 17 - Příklad páskové pojistky [1]

6. Vratné pojistky

Vratné pojistky „Polyswitch“ jsou prvky na bázi polymerů, které se používají jako proudová ochrana elektrických obvodů. Při překročení maximálního proudu zvýší pojistka svůj odpor na vysokou hodnotu a tím dojde k přerušení nežádoucí hodnoty proudu v elektrickém obvodu. Ke zvýšení vnitřního odporu dochází v důsledku oteplení substrátu pojistky procházejícím proudem. Po zvýšení vnitřního odporu pojistky dojde k úplnému rozpojení elektrického obvodu a v důsledku toho napětí na pojistce vzroste na hodnotu napětí zdroje. Pro udržení pojistky ve stavu velkého odporu stačí potom velice malý proud procházející obvodem. Jakmile dojde k přerušení udržovacího proudu. Například vypnutí zařízení jiným způsobem, vrátí se pojistka do stavu velmi malého odporu a zařízení je opět schopné další funkce. Důležitou vlastností je i to, že úbytek napětí na vratné pojistce je po prvním vypnutí vyšší, než úbytek napětí na pojistce v původním stavu. Díky této vlastnosti lze testovat, zda případně došlo k přetížení nebo ke zkratu v důsledku nesprávného užití zařízení.

Pojistky se vyrábějí pro napětí $6V \div 240V$, jak pro stejnosměrný i střídavý proud. Pracují v rozsahu proudů od $50mA$ do $14A$. Základního odpor se pohybuje v rozmezí $5m\Omega \div 5\Omega$. Používají se zejména s lithiovými a NiCd články, ve zdrojích nízkého napětí, automobilovém průmyslu jako ochrana stejnosměrných motorů a ve všech elektronických aplikacích.

6.1 Paralelní zapojení

Jestliže dvě stejné pojistky jsou umístěny paralelně, jejich trvalý udržitelný proud bude zvýšen a kombinovaný odpor může být polovina odporu jedné z pojistek. Zvýšení velikosti trvale udržitelného proudu závisí na sestavě pojistek a na následujícím účinku ztrátového výkonu. Pokud je ztrátový výkon dvojnásobný, bude rovněž dvojnásobný jejich trvale udržitelný proud. Když ztrátový výkon zvýšíme méně než dvakrát, potom trvale udržitelný proud pro dvě pojistky bude nižší než dvojnásobek jedné z pojistek.

Dva příklady pro ilustraci:

1) Dvě pojistky jsou umístěny paralelně a jsou spojeny do jednotlivých stop tak, že jsou od sebe teplotně odisolovány. Pokud dodržíme tato pravidla bude ztrátový výkon dvojnásobný než u samotné pojistky. Odpor bude snížen na polovinu a trvale udržitelný proud bude dvojnásobný.

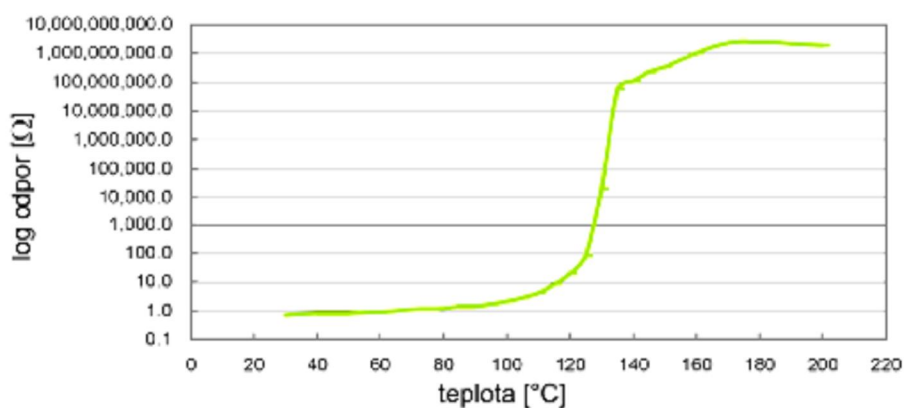
2) Dvě pojistky jsou spojeny paralelně a nacházejí se v těsné blízkosti nebo v jedné stopě. Nyní závisí velikost ztrátového výkonu na šířce stopy. Velikost ztrátového výkonu se pohybuje od jednonásobku až po dvojnásobek samotné pojistky. Pokud je ztrátový výkon dvou pojistek spojených paralelně stejný jako u samotné pojistky, potom dojde ke zvýšení trvale udržitelného proudu přibližně o 40 procent. [5]

6.2 Základní přehled jednotlivých druhů

typ	ekvivalent	Up [V _{dc}]	Up [V _{ac}]	I _H [A]	I _v max. [A]	příklady aplikací
FRU	RUEF	30	30	0.9÷9	40	počítače, LCD monitory, AC/DC adaptéry, halogenová světla a různá elektronika
FRX	RXEF	60 ÷ 90	60 ÷ 90	0.05÷ 3.75	40	LCD monitory, telekomunikace, osvětlení, AC/DC adaptéry a reproduktorové skříně
FUSB	RUSBF	16 ÷ 30	-	0.75÷ 2.5	40	zařízení s USB rozhraním
FRG	RGE	16	11	2.5÷14.0	100	elektronika, počítače, halogenová světla a automobilový průmysl
FBR	BBR	90	90	0.1÷0.9	20	kabelová a telekomunikační technika
FRA	-	-	120	0.1÷3.75	15	elektrické a elektronické přístroje
FRH	TRF	60	60	0.08÷0.16	10	telekomunikace a přenos dat
FLR	LR4	15 ÷ 20	15 ÷ 20	1.9÷7.3	100	lithiové baterie a bateriové články
FSR	SRP	15 ÷ 30	15 ÷ 30	1.2÷4.2	100	
FLT	LTP	24	24	0.7÷3.4	100	
	AGR	16	11	4.0÷13.0	100	ochrana motorů, automobilový průmysl
	AHR	16	11	4.5÷13.0	100	
FRV	LVR	-	240 (265)	0.05÷0.55	7	síťové zdroje, transformátory
FSMD2920	SMD	6 ÷ 60	6 ÷ 60	0.3÷3.0	40	ochrana MOSFET tranzistorů, počítačové karty pro USB rozhraní, lékařství
FSMD1812	miniSMD	6 ÷ 60	6 ÷ 60	0.14÷2.0	40	
FSMD1210	microSMD	6 ÷ 30	6 ÷ 30	0.05÷1.5	40	
FSMD1206	nanoSMD	6 ÷ 60	6 ÷ 60	0.05÷1.5	40	

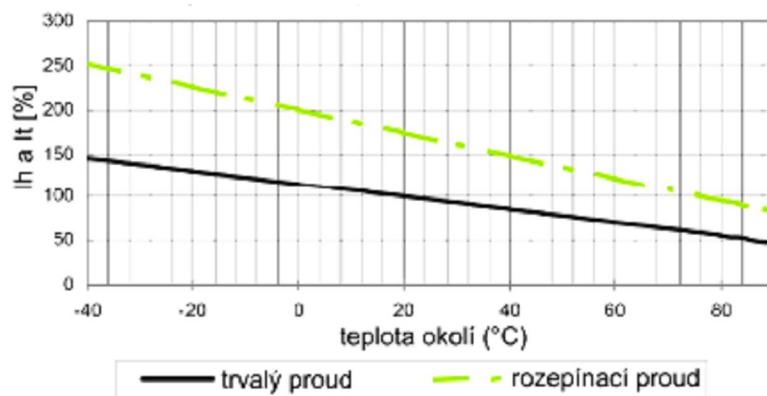
Tab. 3 - Přehled jednotlivých druhů [5]

Rozsah pracovních teplot 40 – 80 °C



Graf 1 - Pozsah pracovních teplot [5]

Trvalý a rozpínací proud a teplotní závislost



Graf 2 - Trvalý a rozpínací proud a teplotní závislost [5]



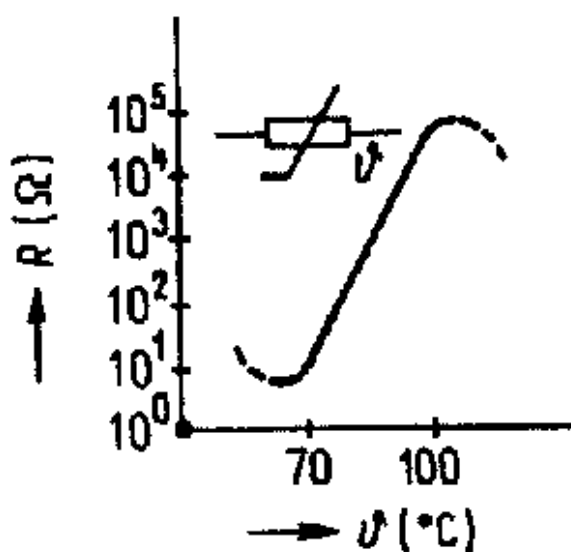
Obr. 18 - Vratná pojistka PTC 60V 0,1A [5]

6.3 PTC termistor

Termistor s kladným teplotním součinitelem odporu (PTC) určuje velká závislost permitivity ϵ na teplotě u feroelektrických látek. Z technologických procesů tuhnutí je víme, že při přechodu z kapalného do pevného skupenství zůstávají cizí látky v roztaveném stavu, unikají před tuhnutím. Ponecháme-li dotovanou taveninu, která krystalizuje, polykrystalicky ztuhnout, vyskytnou se odchylky od ideálního krystalu, a tím i nesouměrné obohacení dotovanými

látkami hlavně v povrchových oblastech jednotlivého uspořádání krystalu, tedy na hranicích zrn. To vede mezi zrna, které se dotýkají (obdobně jako u přechodu PN) k difúzi volných nosičů náboje, na hranicích zrn zůstávají ionizované pevné atomové části (ionty). Vytvoří se prostorový náboj s hustotou a vzniká difúzní napětí. Na hranicích zrn se vytvoří závěrné vrstvy, které určují průchozí odpor krystalů, a tedy i součástek. Jak víme, existují látky, které při Curieově teplotě vlivem polarizace mění skokově svoji permitivitu. Při nárůstu teploty dochází např. ke skokovému zmenšení plochy, což má za následek výrazné zvýšení potenciálu, a tím také zvětšení odporu. Odpor takové feroelektrické látky závisí na teplotě takto:

Pod Curieovým bodem je permitivita s vlivem polarizace velká, odpor je relativně malý a podobně jako u polovodiče s rostoucí teplotou klesá (NTC). Při Curieově teplotě pak odpor prudce vzroste, vzniká závislost PTC s kladným teplotním součinitelem odporu, na desetinásobný přírůstek odporu na rozdíl 30°C. U koncové hodnoty teploty prochází křivka maximem a přejde opět do závislosti se záporným teplotním součinitelem odporu. To souvisí s tím, pokud teplota dále roste jsou z energeticky hluboko ležících poruch na površích zrn dodatečně uvolňovány nosiče náboje, které mají za následek opětovné snížení potenciální bariéry.



Obr. 19 - Charakteristika a schématická značka termistoru [7]

Jelikož se oblasti prostorového náboje na hranicích zrn projevují jako mnohonásobná antiparalelní spojení přechodů PN, je závislost odporu termistoru stejná jako závislost odporu diody pólované v otevřeném směru. Napěťovou závislost odporu, nazýváme také varistorový jev, který přichází v úvahu, jestliže termistor PTC bude provozován při vyšších napětích, nad "prahovým napětím diody". Curieův bod, který je pro závislost PTC na obr. 16 asi 80°C, lze zvolit při výrobě přidáním olova a stroncia v rozmezí teplot - 50 °C až 250°C. Nejvýraznější nárůst odporu v závislosti na přírůstku teploty je dosažitelný u slitin, které mají Curieův bod přibližně kolem 100°C. [7]

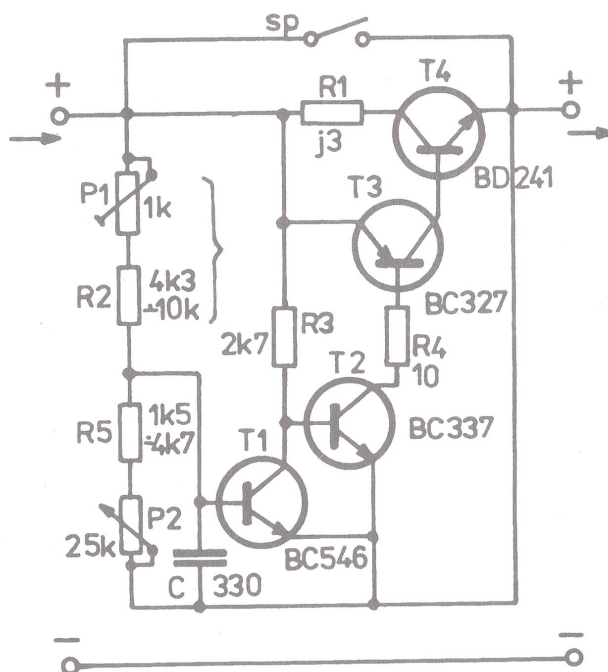
7. Elektronická pojistka

Obecně rozlišujeme dva druhy pojistek. Jedna omezí protékající proud na hodnotu předem nastavenou ovládacím prvkem. Pracuje tak, že při překročení proudu poklesne nastavené napětí a tím se zamezí dalšímu zvětšování proudu. Takové pojistky se používají nejčastěji.

Jiný druh představuje pojistka, která neomezuje proud, nýbrž rozpojí obvod mezi zdrojem a připojeným zařízením. Proud okamžitě klesne téměř na nulu. Taková „vypínací“ pojistka se vyznačuje i některými nevýhodami. Tato rychle pracující pojistka spolehlivě chrání připojený obvod a na každou proudovou špičku reaguje okamžitým odpojením obvodu od zdroje napětí.

7.1 Elektronická pojistka rozpojovací

Tato pojistka se vyznačuje rychlou činností, jestliže z jakýchkoliv důvodů dojde k okamžitému zvýšení proudu. Výhodou této pojistky je, že pracuje nezávisle na konstrukci zdroje. Zapojení této pojistky je jednoduché a náklady na zhotovení jsou nízké.



Obr. 20 - Rychlá rozpojovací pojistka [6]

Popis činnosti

Obvodem kolektor – emitor výkonového tranzistoru T4 protéká ze zdroje do zátěže proud. Umožňuje to báze, která dostává potřebné kladné napětí prostřednictvím tranzistoru T3. Tranzistor T3 má obvod kolektor – emitor také otevřen, protože báze tohoto tranzistoru je na „záporném“ potenciálu. Ten se dostává na bázi obvodem emitor – kolektor tranzistoru T2. Znamená to, že T2 je otevřen. Na jeho bázi přichází kladné napětí přes odpor R3. Platí to pouze v případě, že T1 je uzavřen. Když se otevře, pak spojí svým obvodem emitor – kolektor u tranzistoru T2 bázi s emitorem. Emitor a báze jsou pak na „záporném“ potenciálu, a proto se T2 uzavře. (Záporný potenciál je v uvozovkách proto, že ve vlastním zapojení se zatím nevyskytuje). Následkem toho se uzavře T3 a následně i T4. Proud přestává procházet, pojistka rozeprula. V praxi k tomuto dojde, pokud se T1 otevře. T1 se otevře tehdy, když napětí na jeho bázi proti emitru stoupne na 0,6- 0,7V. Takové napětí může vzniknout průchodem proudem na rezistoru R1 a samozřejmě i jako saturační napětí kolektor – emitor výkonového tranzistoru. Emitor tranzistoru T4 a s ním i další tranzistory jsou přes spotřebič připojeny k zápornému pólu zdroje. Odtud se dostává chybějící záporný potenciál. Abychom mohli okamžitě sepnutí T1 a tím rozeprnutí T4 v širokých mezích volit, zapojíme do báze T1 dělič napětí, který se skládá z rezistorů R2 a proměnných P1, P2. Čím bude mít horní člen R2 + P1 větší odpor, tím větší část napětí se na něm vytvoří a tím menší napětí zůstane na dolní člen R5 + P2. Dále platí, že čím větší bude odpor dolního členu, tím větší napětí se dostane na bázi tranzistoru T1. Bude-li v krajním případě odporová dráha P2 zkratována, pak napětí na bázi k otevření T1 vznikne pouze při velkém protékajícím proudem nebo při zkratu. Naopak při nastaveném velkém odporu potenciometru P2 v dolní části děliče stačí jen malý odběr k tomu, aby napětí na bázi T1 stoupl a tranzistor se otevřel. Pojistka současně rozpíná.

Odpor R5: Nastavuje maximální vypínací proud tekoucí obvodem, a to při zkratované dráze P2. Na nejmenší vypínací proud má jen malý vliv, protože jeho odpor je vzhledem k P2 zanedbatelný.

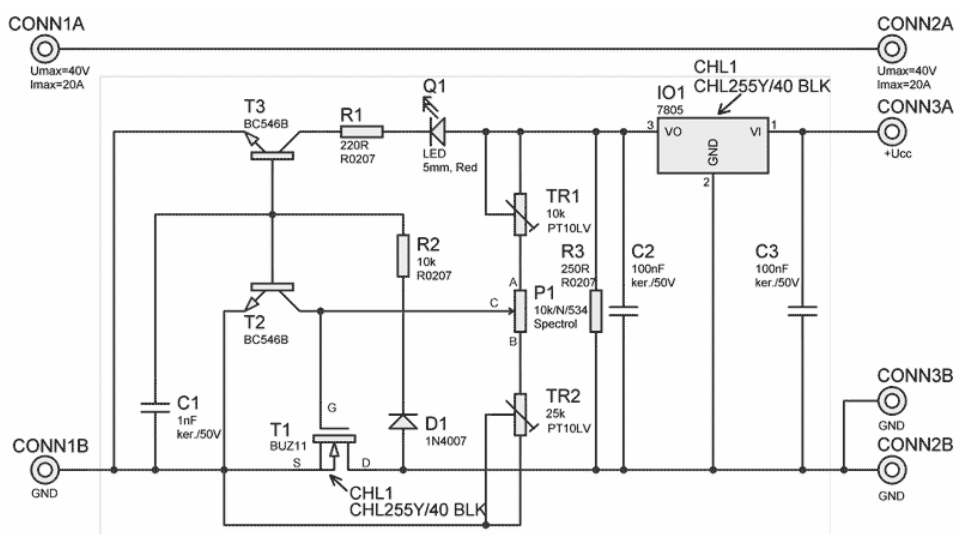
Odpor P2: Určuje proudový rozsah pojistky. Nízká hodnota reguluje malý rozsah kontrolovaného proudem, odpor však nelze příliš zvětšovat.

Odpor R2 + P1: Mají zásadní vliv na činnost pojistky, protože výrazně ovlivňují pracovní bod T1. Zmenšením celkového odporu při zachování hodnot v dolní části děliče napětí na bázi T1 proti emitru zvětší. Pojistka bude vypínat dříve.

druhém, invertujícím vstupu č.2 se napětí téměř nemění, je toto kladné napětí čím dál vyšší proti neinvertujícím vstupu. Na výstupu č. 6 stoupá opačně tj. záporné napětí. Je namířeno proti kladnému napětí na vývodu č. 1 stabilizátoru. Proto začíná téci proud, kterému D3 ani LED nebrání. Jelikož jsou pólovány v propustném směru, původně nastavené napětí na řídicím vstupu stabilizátoru začne klesat. Pokles je přímo úměrný velikosti proudu z operačního zesilovače, neboli velikosti výstupu č.6. Ani zkrat na výstupu stabilizátoru nemůže způsobit zvýšení výstupního proudu nad stanovenou mez. Velikost nastaveného proudu se nemění. [6]

7.3 Proudová elektronická pojistka pro napájecí zdroj

Elektronické proudovou pojistku používáme zejména v konstrukcích napájecích zdrojů a při napájení oživovaných sestavovaných obvodů. Elektronickou pojistku můžeme nastavit proudové omezení od nejmenších proudů tekoucích do zátěže. Přes tyto výhody tato pojistka často používaná v napájecích zdrojích, jejím problémem hlavně chlazení výkonového prvku (tranzistoru BUZ11). Pokud není pojistka aktivní, jsou tepelné ztráty minimální v důsledku nízkého odporu přechodu tranzistoru. V případě aktivace proudové pojistky, se pak výkonový tranzistor stane sériově zařazeným rezistorem tekoucímu proudu, a tudíž na něm vznikají ztráty přímo úměrné napájecímu napětí a nastavenému omezovacímu proudu.



Obr. 22 - Schéma zapojení elektronické pojistky [4]

Proudovou pojistku můžeme nastavit od minimální hodnoty výstupního proudu (cca. 10mA) až do maximální proudové hodnoty tranzistoru T1 (BUZ11 – 20A). Pojistka napájíme napětím +5V z integrovaného stabilizátoru 7805, napětí +5V je referenční napětí. Je důležitá jeho stabilita, která určí přesnost nastavení proudového omezení. Regulace se provádí 10-ti otáčkovým potenciometrem 534, který lze nahradit dvojicí jednoduchých potenciometrů, jeden pro jemné a druhý pro hrubé nastavení omezení proudu. Potenciometr má na každém výstupu

zařazen odporový trimr, kterým přesně nastavíme minimální a maximální proudové omezení. Pojistka je doplněna červenou LED diodu Q1, signalizující nastupující proudové omezení pojistky.

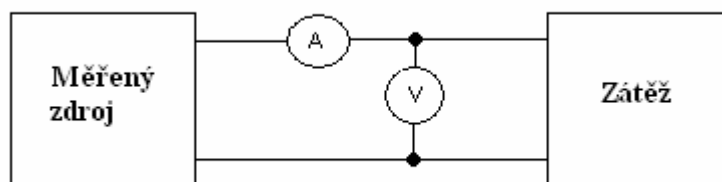
Hlavní součástí pojistky je výkonový MOSFET tranzistor BUZ11, tento tranzistor má v sepnutém stavu zanedbatelný odpor (v řádu miliohmů), takže na něm nevznikají žádné tepelné ztráty. Situace se změní v případě aktivace proudové pojistky, pak se tranzistorem T1 vyzáří velké tepelné ztráty, proto umístíme tento tranzistor na dostatečně dimenzovaný chladič. Nedoporučuje zbytečně prodlužovat dobu, po které je aktivní proudová pojistka, zbytečně by docházelo k zatěžování tranzistor T1.

Napájecí napětí 5V napájí dělič, který tvoří dva trimry a 10-ti otáčkový potenciometr, ze kterého se odebírá napětí pro výkonový MOSFET tranzistor. Pokud dojde ke zkratu, nebo k zvětšení proudu procházejícího výstupními svorkami, než je nastavený potenciometrem, začne téct diodou D1 a rezistorem R2 proud do báze T2, ten se otvírá a tranzistor T1 se přivírá, tím se sníží proud tekoucí do zátěže. Tranzistor T3 spíná červenou LED diodu Q1 při aktivaci proudové pojistky. Proudová pojistka je velice rychlá, a proto spolehlivá. [4]

8. Výsledky měření

Měření bylo zaměřeno na proměření V-A charakteristik a reakce případných ochran na přetížení ve zdrojích. Celkem byly změřeny 4 různé napájecí zdroje.

Schéma měření



Obr. 23 - Schéma měření

Postup měření

Před započítím měření byl zdroj ponechán 10 minut v zapnutém stavu, aby došlo k zahřátí a stabilizaci pracovních bodů součástek zdroje. Postupným zvyšováním proudu pomocí elektronické zátěže v obvodu byla proměřena V-A charakteristika a zvyšováním proudu nad štiťkovou hodnotu reakce ochrany ve zdroji .

1. Zdroj HP

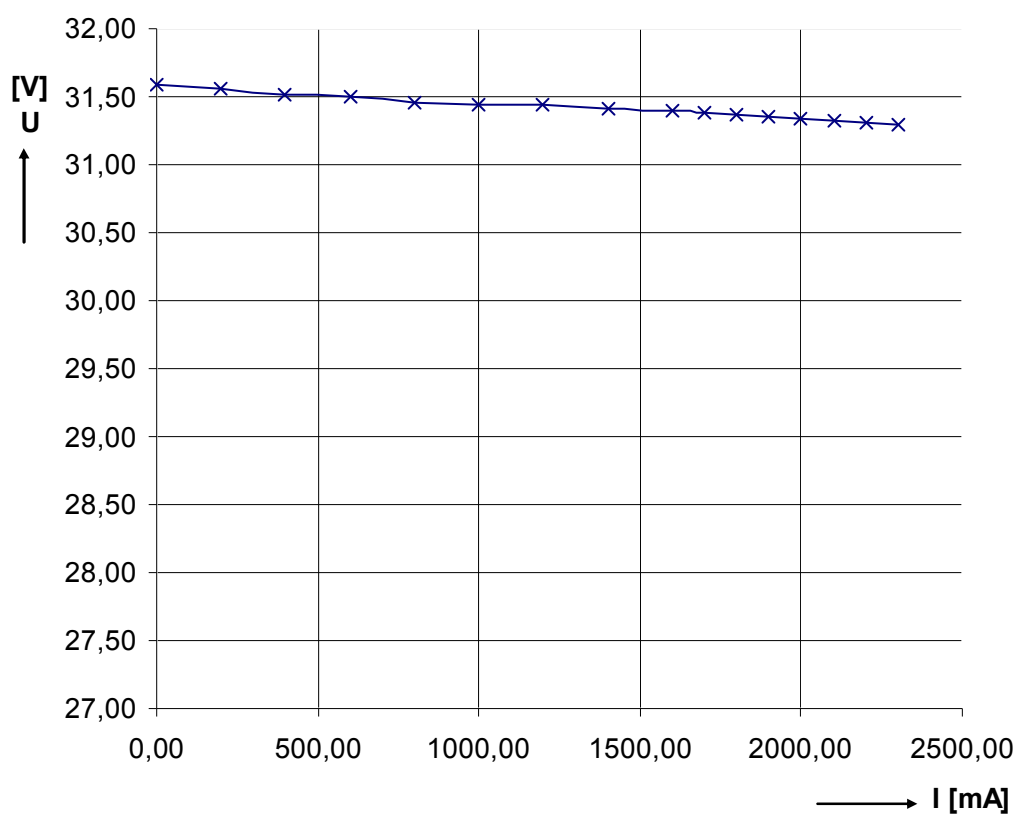
Parametry zdroje:

- Napájecí napětí 230V
- Maximální proud 2200mA
- Výstupní napětí 32V
- Použití: napájení tiskárny

Tabulka pro V – A charakteristiku zdroje HP

I	U
[mA]	[V]
0,00	31,59
200,00	31,56
400,00	31,52
600,00	31,50
800,00	31,46
1000,00	31,44
1200,00	31,44
1400,00	31,41
1600,00	31,40
1700,00	31,38
1800,00	31,37
1900,00	31,36
2000,00	31,34
2100,00	31,32
2200,00	31,31
2300,00	31,30

Tab. 4 - Naměřené hodnoty V-A charakteristiky

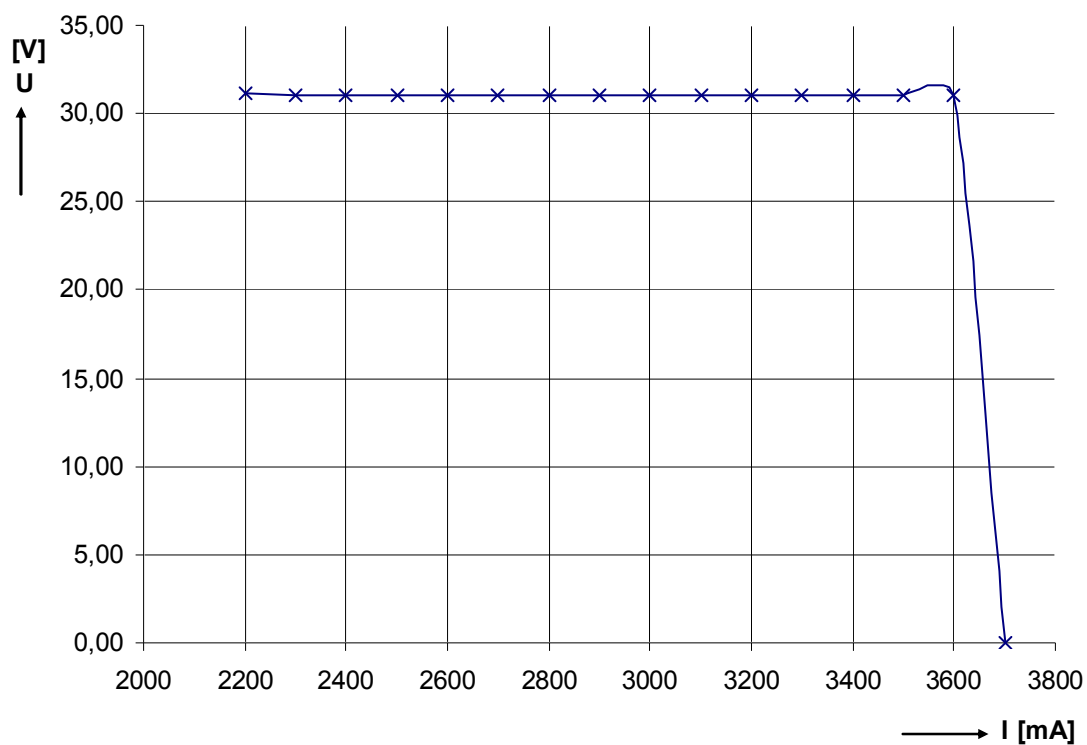
V – A Charakteristika zdroje HP

Graf 3 - V – A charakteristika

Tabulka přetěžování zdroje HP

I	U
[mA]	[V]
2200	31,15
2300	31,06
2400	31,06
2500	31,06
2600	31,05
2700	31,03
2800	31,03
2900	31,02
3000	31,02
3100	31,00
3200	31,00
3300	31,00
3400	30,98
3500	30,98
3600	30,98
3700	0,00

Tab. 5 - Naměřené hodnoty přetěžování

Graf přetěžování zdroje HP

Graf 4 - Přetěžování zdroje

Z grafů a tabulek z $V - A$ charakteristiky je vidět, že zdroj je dostatečně tvrdý a v proudovém rozsahu 0 do 2200mA udržuje napětí s minimálním poklesem. Při přetěžování zdroje jsem postupně zvyšoval zátěž až do hodnoty proudu 3700mA, kdy ve zdroji zareagovala nadproudová ochrana a zdroj se vypnul. Pro opětovné uvedení zdroje do chodu bylo nutné zdroj odpojit a znovu připojit k napájení.

2. Zdroj

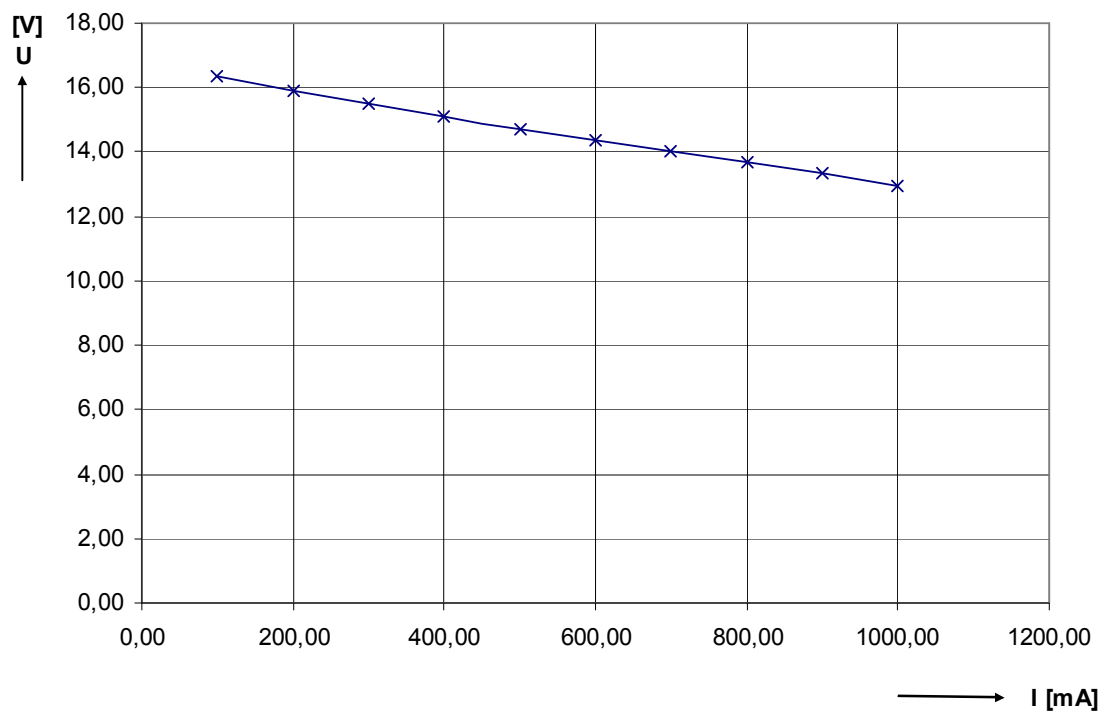
Parametry zdroje:

- Napájecí napětí 230V
- Maximální proud 1A
- Výstupní napětí 13,5V
- Použití: nabíječka

Tabulka pro $V - A$ charakteristiku zdroje

I	U
[mA]	[V]
100,00	16,35
200,00	15,90
300,00	15,49
400,00	15,10
500,00	14,71
600,00	14,37
700,00	14,00
800,00	13,69
900,00	13,35
1000,00	12,97

Tab. 6 - Naměřené hodnoty pro $V - A$ charakteristiky

V – A charakteristika zdroje

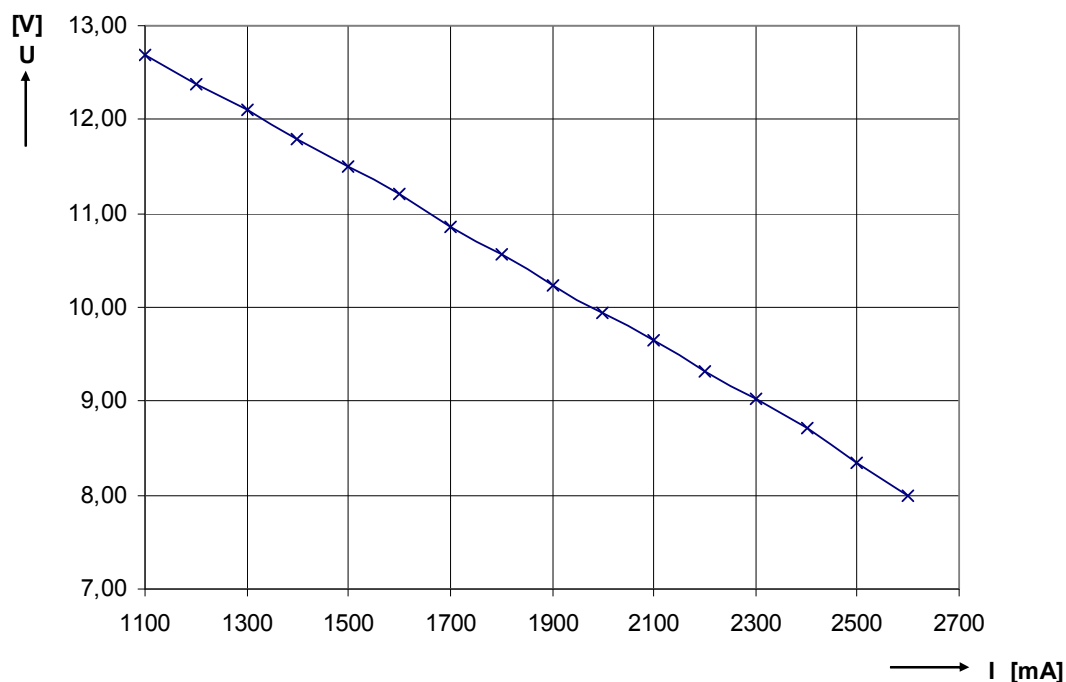
Graf 5 - V – A charakteristika zdroje

Tabulka přetěžování zdroje

I	U
[mA]	[V]
1100	12,69
1200	12,37
1300	12,10
1400	11,79
1500	11,50
1600	11,20
1700	10,86
1800	10,56
1900	10,24
2000	9,95
2100	9,64
2200	9,31
2300	9,03
2400	8,71
2500	8,34
2600	8,00

Tab. 7 - Naměřené hodnoty přetěžování zdroje

Graf přetěžování zdroje



Graf 6 - Přetěžování zdroje

Tento zdroj nebyl spínaný, jednalo se o transformátor s usměrňovačem. S malou zátěží bylo napětí větší, než jaké bylo udané na štítku, až při jmenovité zátěži 1 A odpovídalo štítkové hodnotě. Při přetěžování zdroje docházelo k postupnému snižování napětí. Měření jsem ukončil při hodnotě 2600 mA, aby nedošlo k přetavení tepelné pojistky v transformátoru, která reaguje na přehřátí vinutí trvalým rozpojením primárního obvodu. Tento proces je nevratný.

3. Zdroj

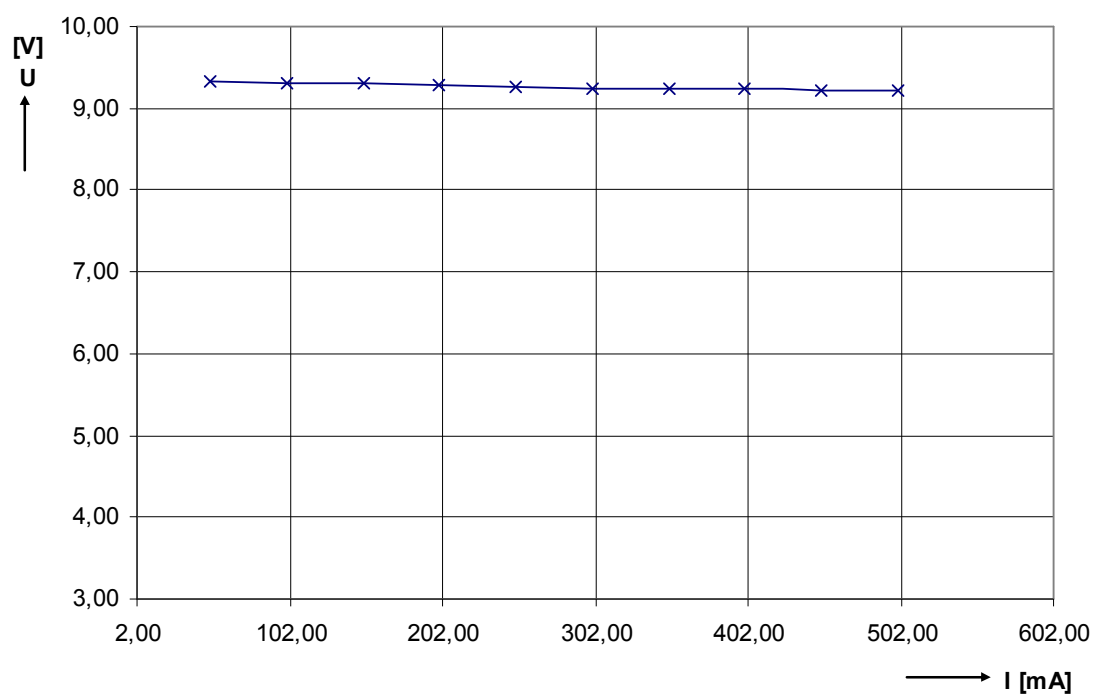
Parametry zdroje

- Napájecí napětí 230V
- Maximální proud 500mA
- Výstupní napětí 9,3 V
- Použití: nabíječka k mobilnímu telefonu

Tabulka pro V – A charakteristiku zdroje

I	U
[mA]	[V]
50,00	9,33
100,00	9,31
150,00	9,30
200,00	9,28
250,00	9,26
300,00	9,24
350,00	9,23
400,00	9,23
450,00	9,22
500,00	9,21

Tab. 8 - Naměřené hodnoty pro V – A charakteristiku

V – A charakteristika zdroje

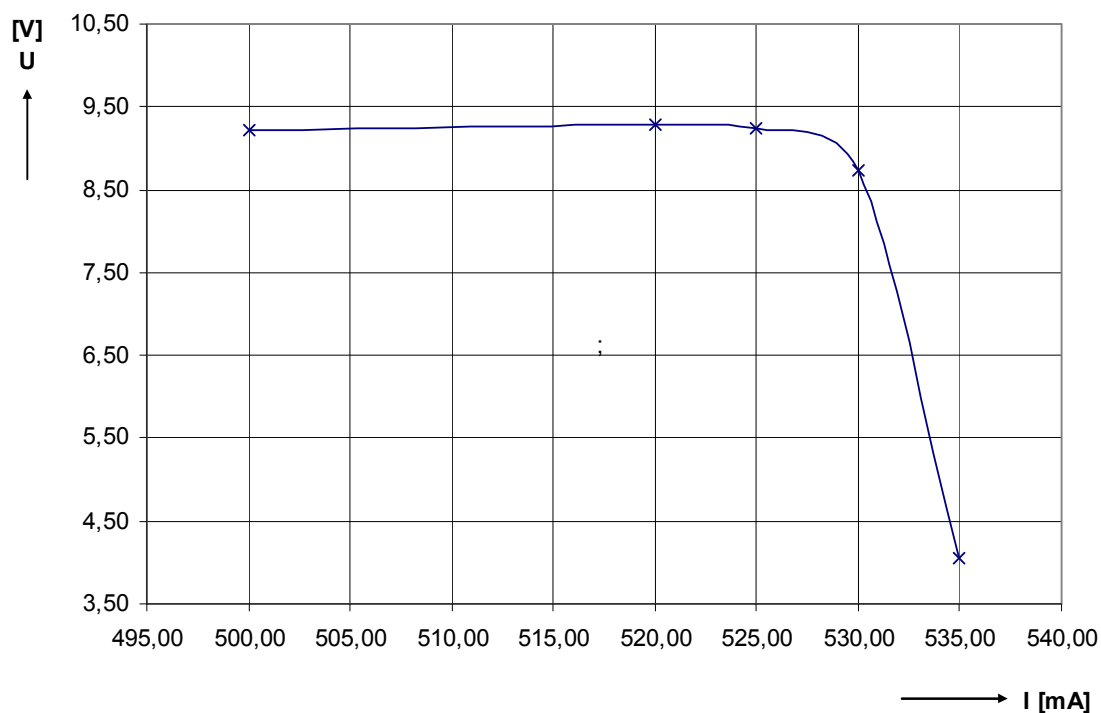
Graf. 7 - V – A charakteristika zdroje

Tabulka přetěžování zdroje

I	U
[mA]	[V]
500,00	9,21
520,00	9,28
525,00	9,25
530,00	8,73
535,00	4,06

Tab. 9 - Přetěžování zdroje

Graf přetěžování zdroje



Graf. 8 - Přetěžování zdroje

Tento malý spínaný zdroj ve své pracovní oblasti měl výborné vlastnosti. Při zvyšování zátěže byl pokles napětí velmi malý, což je vidět z $V - A$ charakteristiky, řádově milivolty. Při přetížení se projevilo proudové omezení zdroje a při hodnotě 535 mA se napětí snížilo až na hodnotu 4,06V. Při opětovném snížení zátěže opět napětí vzrostlo a zdroj byl schopen opětovné funkce. To zapříčinila vratná pojistka uvnitř zdroje.

4. Zdroj

Parametry zdroje:

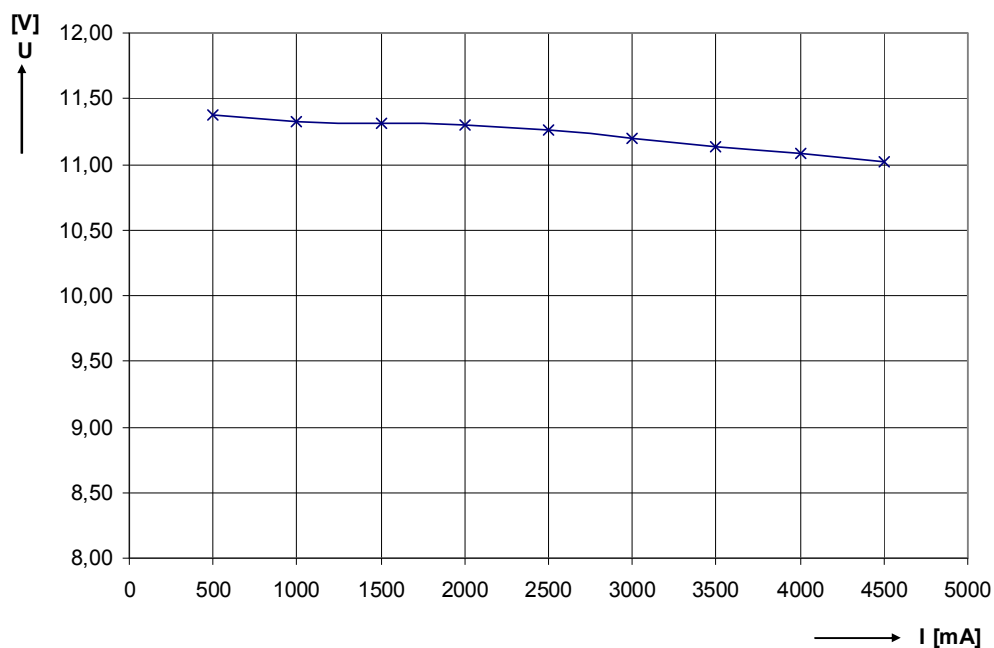
- Napájecí napětí 120 – 230 V
- Výstupní napětí 5 a 12V
- Výstupní proud měřené 12V větve je 4,2A
- Použití: počítačový zdroj

Tabulka pro V – A charakteristiku zdroje

I	U
[mA]	[V]
500	11,38
1000	11,32
1500	11,31
2000	11,30
2500	11,26
3000	11,20
3500	11,13
4000	11,08
4500	11,02

Tab. 10 - Naměřené hodnoty pro V – A charakteristiku

V – A charakteristika zdroje



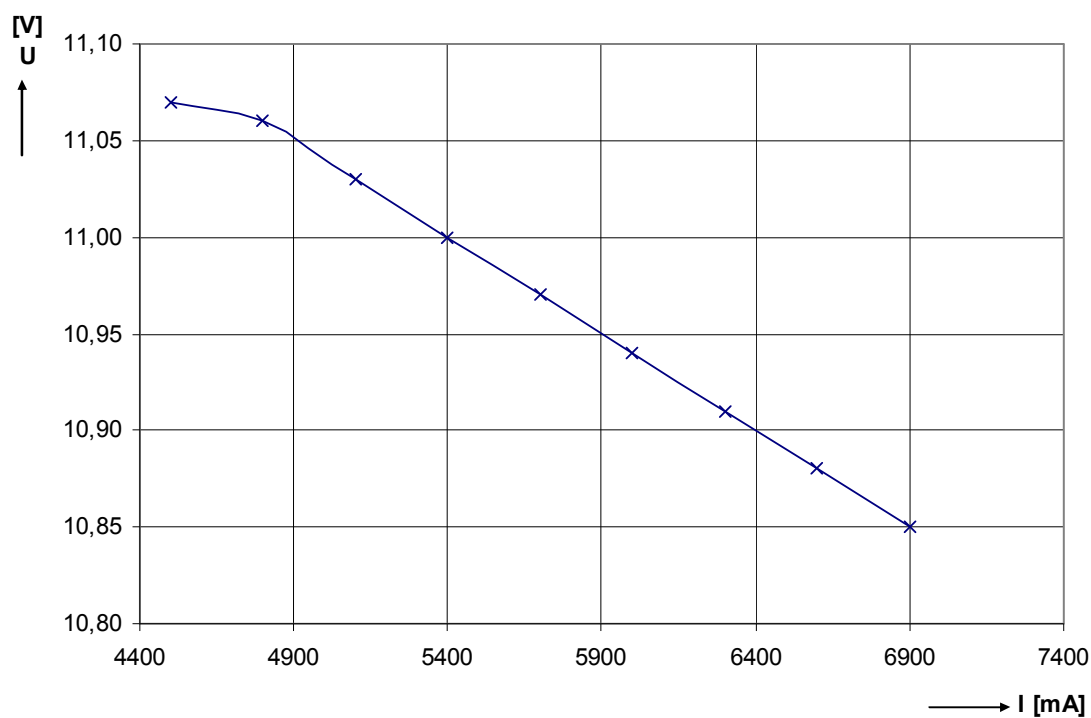
Graf 9 - V – A charakteristika zdroje

Tabulka přetěžování zdroje

I	U
[mA]	[V]
4500	11,07
4800	11,06
5100	11,03
5400	11,00
5700	10,97
6000	10,94
6300	10,91
6600	10,88
6900	10,85

Tab. 11 - Přetěžování zdroje

Graf přetěžování zdroje



Graf 10 - Přetěžování zdroje

Tento počítačový zdroj byl staršího typu AT. Z $V - A$ charakteristiky je vidět, že 12V větev zdroje nemá výstupní napětí přesné, nejvyšší hodnota napětí byla změřena 11,38V. Při přetěžování zdroje jsem u hodnoty 6900mA narazil na proudové omezení zdroje. Pokud jsem svorky zdroje zkratoval, zareagovala pojistka, která zdroj vypnula. Pro opětovné zapnutí zdroje bylo zapotřebí vypnout a zapnout síťový vypínač zdroje.

9. Závěr

Pojistka je tepelně a proudově nejslabší místo v obvodu. Chrání proti nadproudům a zkratům. Výhodou pojistek je jejich spolehlivost, hospodárny provoz a dobrá stálost při změnách teplot. Mezi nevýhody patří nutnost vyměnit pojistku za novou stejného typu při každém zareagování pojistky.

Přepět'ové filtry chrání proti přepětí, které vzniká v elektrické síti v důsledku atmosférických podmínek. Dělíme je na hrubé a jemné přepět'ové filtry. Pro hrubé prvky přepět'ové ochrany se používají plynem plněné bleskojistky a jiskřiště. U prvků jemných přepět'ových ochran se používají varistory.

Jištění elektrických obvodů automobilu je zabezpečeno plochými a válcovými pojistkami, která pracují na principu tavné pojistky. Jsou dostupné v širokém sortimentu a cenově dostupných relacích.

Vratné pojistky slouží jako proudová ochrana, při průchodu nadproudu zvýší svůj odpor a tím zamezí jeho průchodu. Po snížení nadproudu na normální hodnotu je pojistka opět schopná funkce.

Elektronické pojistky se vkládají do spínaných zdrojů a tam, kde potřebujeme rychlé a spolehlivé omezení proudu. Jejich výhodou jsou nízké pořizovací náklady a možnost nastavení proudového omezení od nejmenších proudů.

Ve své práci jsem proměřil čtyři zdroje napětí. U každého z nich jsem změřil $V - A$ charakteristiku a to, jak se chová při přetěžování. U prvního zdroje bylo dosaženo proudového přetížení 3700mA, kdy zareagovala nadproudová ochrana zdroje a zdroj se vypnul, pro opětovné zapnutí zdroje bylo nutné zdroj zapnout a vypnout. Další zdroj byl obyčejný transformátor s usměrňovačem. Tato skutečnost již byla vidět na $V - A$ charakteristice, kdy zdroj bez zatížení měl větší napětí než šítkové. V transformátoru se nachází tepelná pojistka, která odpojí primární vinutí při jeho přehřátí, a proto jsem u hodnoty 2600mA ukončil přetěžování, aby nedošlo k nevratné reakci této pojistky. Jako třetí v pořadí jsem proměřoval nabíječku k mobilnímu telefonu. Ta obsahovala vratnou pojistku, která při proudovém přetížení snížila hodnotu napětí. Po snížení zátěžného proudu opět napětí vzrostlo na šítkovou hodnotu. Počítačový zdroj, u kterého jsem proměřoval 12V větev, měl nastavené proudové omezení na hodnotě 6900mA.

Pokud budeme konstruovat vlastní zdroj, nebo použijeme již vyrobený, je nutné si předem stanovit, k čemu takový zdroj budeme používat, jaký typ zdroje použijeme a jaká bude nejvhodnější ochrana použita v tomto zdroji.

Vlastní ochrana přístrojů a zřízení je velmi důležitá jak pro výrobce, tak i pro běžné uživatele. Výše zmíněné ochrany přinášejí značné zlepšení bezpečnosti při používání přístrojů a zařízení

Použitá literatura:

- [1] MICHAL, Kříž. *Dimenzování a jištění elektrických zařízení*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 220 s.
- [2] *Encyklopedie elektromagnetické kompatibility* [online]. 2003 [cit. 2008-12-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.urel.feec.vutbr.cz/>>.
- [3] HELŠTÝN, David, KAČOR, Petr, HYTKA, Zdeněk. *Elektrické přístroje spínací ochranné a jisticí*. [s.l.] : [s.n.], 2003. 216 s.
- [4] SLÁNSKÝ, Michal. *Elektronické konstrukční návody a nápady* [online]. 2007 [cit. 2008-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://michal.slansky.sweb.cz/>>.
- [5] *Semic Trade s.r.o* [online]. 2006 [cit. 2008-12-10]. Dostupný z WWW: <http://www.semic.cz/>
- [6] MALINA, Václav. *Poznáváme elektroniku. [Díl] 2*. 1. vyd. České Budějovice : Kopp, 1995. 193 s. ISBN 80-85828-55
- [7] *Stránky o elektronice ozvučování a zesilovačích* [online]. 2000 [cit. 2008-12-02]. Dostupný z WWW: <<http://zesilovace.cz/>>.